دورة تركيب و صيانة أنظمة المراقبة

CCTV Systems

الوحدة الثانية

1. مقدمة

تُمثّل الكابلات والتوصيلات ومصادر الطاقة "الشرايين والأوردة" في أي نظام مراقبة. فمهما بلغت دقة الكاميرا أو كفاءة جهاز التسجيل، فإن جودة النظام واستقراره وأمانه تعتمد كلياً على جودة الوسط الناقل للإشارة (الكابلات) ونقاء وثبات الطاقة المغذية للقطع الإلكترونية. إن إغفال المعايير الهندسية في هذا الجانب يؤدي مباشرة إلى مشاكل شائعة مثل: تشويش الصورة، فقدان الإشارة، أو حتى احتراق الأجهزة.

2 أولاً: أنواع الكابلات في أنظمة المراقبة (CCTV Cables)

تنقسم الكابلات إلى فئتين رئيسيتين بناءً على التكنولوجيا المستخدمة في النظام (تناظرية أو رقمية شبكية):

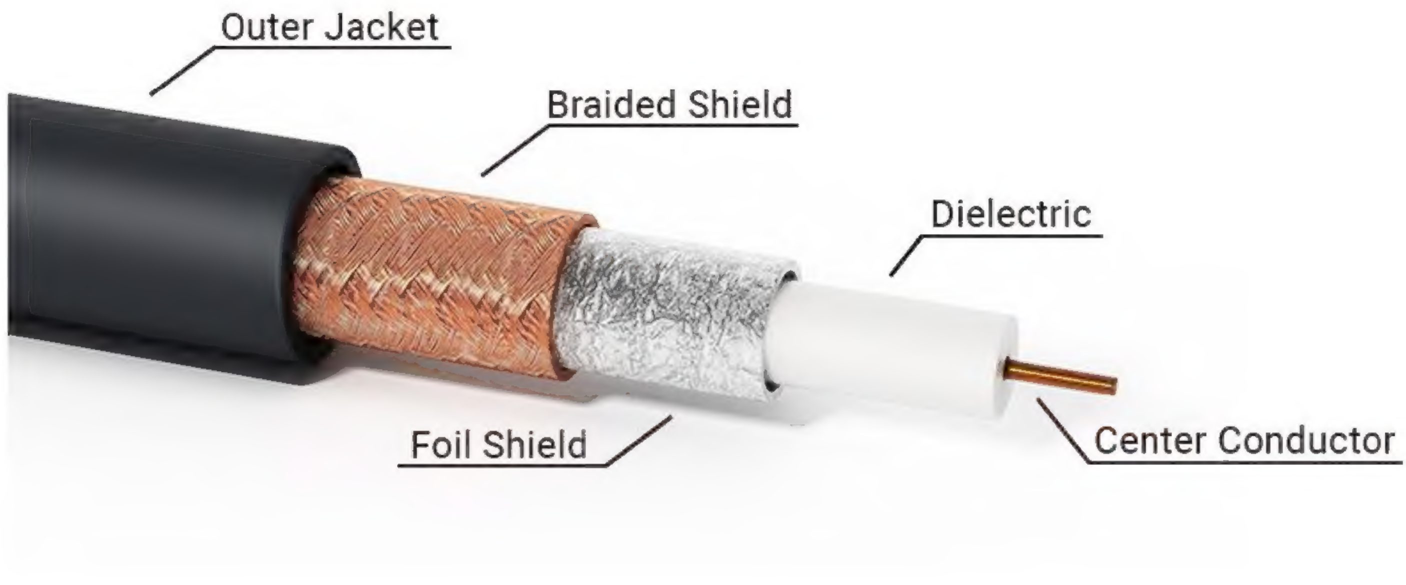
1. كابلات الأنظمة التناظرية والـ HD (Coaxial Cables)

تُعرف بالكابلات المحورية، وتقوم بنقل الإشارة المرئية كإشارة كهربائية تماثلية. أشهر أنواعها:

- الكابل الأكثر شيوعاً في تركيبات الـ :RG59
- للمسافات القصيرة والمتوسطة (حتى 150-200 متر). يتميز CCTV

بمرونته وسهولة تمديده.

- كابل أكثر سماكة، يحتوي على عزل أقوى وفقدان أقل للإشارة :RG6 (Attenuation). يُستخدم للمسافات الطويلة التي قد تصل إلى 500-300 متر.
- **الكابل الثنائي أو الهجين (Combo Cable RG59+2C)**: كابل مدمج يحتوي على سلك الـ RG59 لنقل الصورة، ملتصقاً به سلكان معزولان لنقل الطاقة (DC) من الباور سابلاي إلى الكاميرا، وهو الخيار الأفضل لتوفير وقت التمديد.



Coaxial Cables



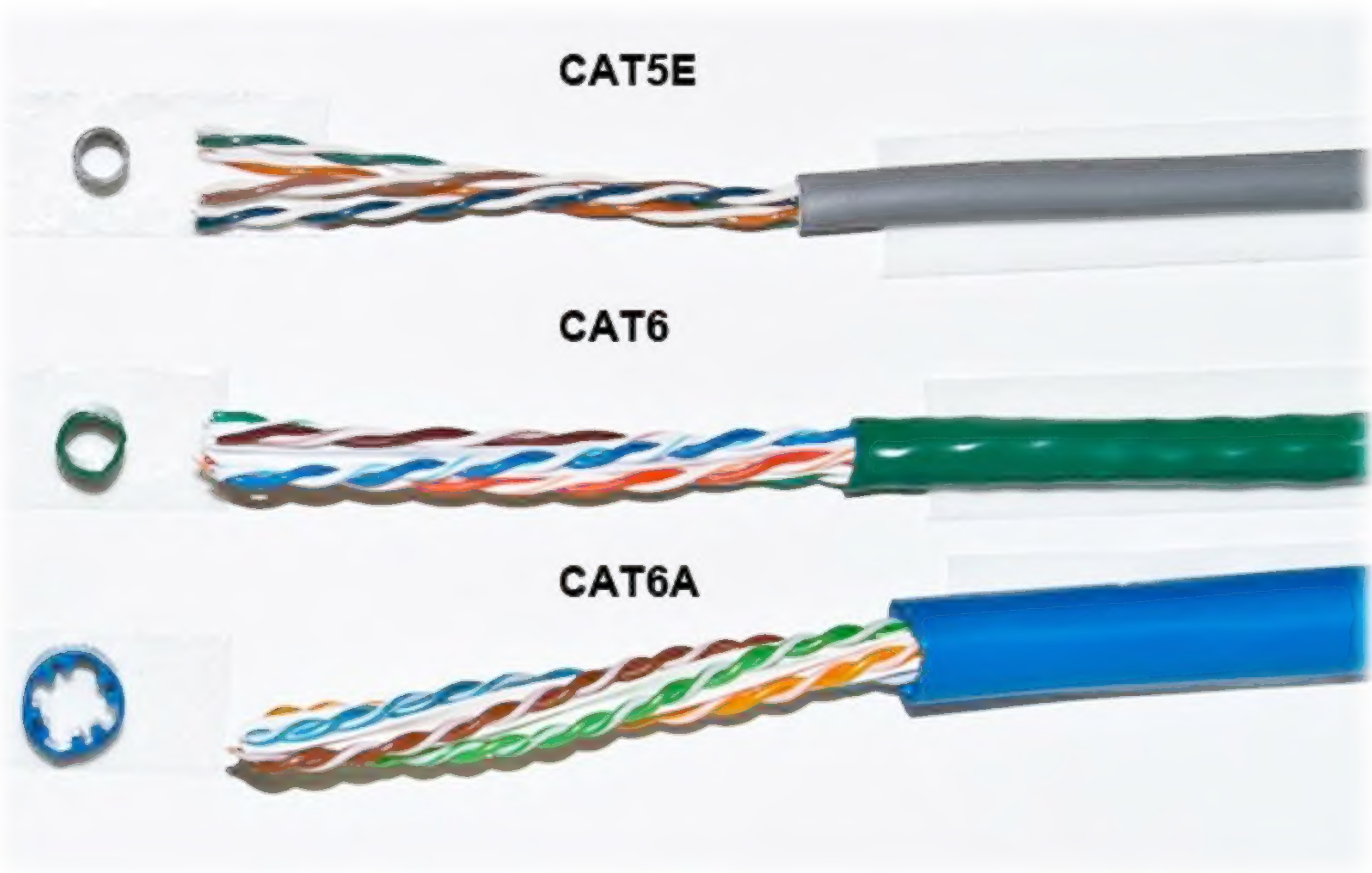
Combo Cable

2. كابلات الأنظمة الرقمية والشبكية (Ethernet LAN Cables)

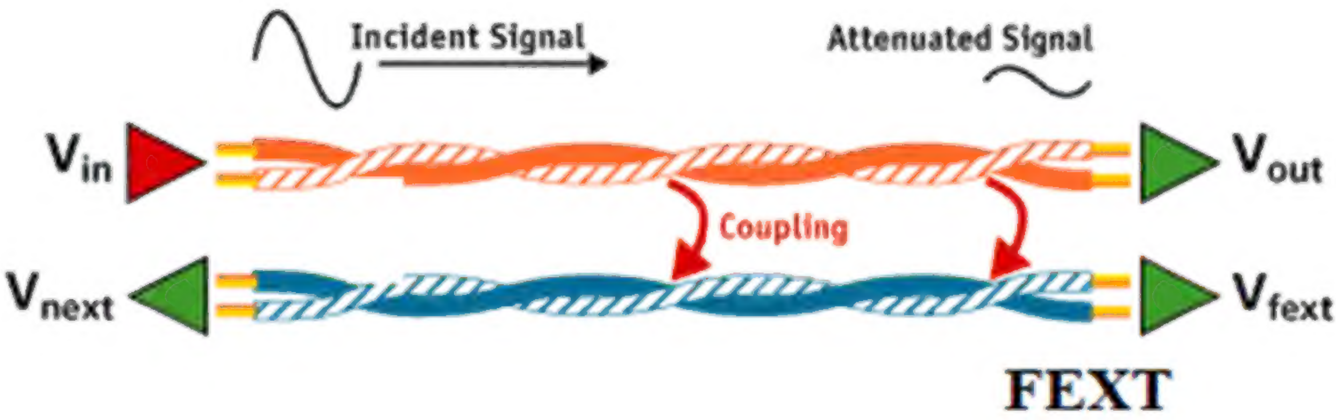
تُستخدم في أنظمة الـ IP لنقل البيانات الرقمية على شكل حزم بروتوكول الإنترنت (IP\ Packets). أشهرها:

- **Cat5e:** يدعم سرعات نقل تصل إلى 1000 \ 100 Mbps وباندويث\ 100 MHz. ممتاز للأنظمة المتوسطة والصغيرة لمسافات تصل إلى 100 متر.

- **Cat6:** يمتلك عازلاً بلاستيكياً داخلياً صليبي الشكل يفصل بين الأزواج الأربعة من الأسلاك، مما يقلل التداخل المغناطيسي (Crosstalk) هو المعيار القياسي الحالي .(250\ MHz) ويدعم باندويث أعلى للمشاريع الاحترافية.



Ethernet LAN Cables



Crosstalk Cat6 Cable

⚠️ **ملاحظة فنية حاسمة:** يجب استخدام كابلات نحاس نقي بالكامل (**Full Copper / BC**) وتجنب كابلات الألومنيوم المطلية بالنحاس (**CCA**)، لأن الألومنيوم يمتلك مقاومة كهربائية عالية تتسبب في ضعف الإشارة وهبوط الجهد الكهربائي في المسافات الطويلة.

التداخل الكهرومغناطيسي ظاهرة غير مرغوب فيها في الأنظمة الكهربائية والإلكترونية، حيث تتداخل إشارة مُرسلة عبر سلك/كابل/قناة أو دائرة مع إشارة أخرى مجاورة، مما يؤدي إلى تشويهها، والعكس صحيح. وهو نوع من التداخل الكهرومغناطيسي (EMI) ينشأ عندما تتداخل المجالات الكهرومغناطيسية الناتجة عن إشارة ما مع مسار إشارة مجاور، مما يُسبب تشويشًا أو ضوضاء أو انخفاضًا في جودة الإشارة. تُسمى الإشارات الكهرومغناطيسية المُسببة للتداخل بالإشارات المُتداخلة، بينما تُسمى الإشارة الكهرومغناطيسية المُتأثرة بالتداخل بالإشارات المُتأثرة.

3. ثانياً: التوصيلات والكونيكتورز (Connectors & Joints)

التوصيلات هي نقاط الربط الفيزيائية بين الكابل والأجهزة، ويجب تقفيلها بدقة لمنع أي نويز أو تلامس.

1. وصلات الأنظمة التناظرية (Analog)

- **وصلة الـ BNC (Bayonet\ Neill–Concelman):** الوصلة الأساسية لنقل الصورة في كابلات الكواكسيل. تتصل بظهر الكاميرا والـ DVR. تأتي بعدة أنواع: (برغي Screw، كبس Crimp، أو ضغط Compression وهو الأكثر عافية ومقاومة للعوامل الجوية).
- **وصلة الطاقة الـ DC Connector:** القابس المسؤول عن تمرير خطوط الطاقة للكاميرا (الذكر يتصل بالكاميرا، والأنثى تتصل بجهة الباور سابلاي).
- **المحول الموازن (Video Balun):** قطعة إلكترونية وسيطة تسمح بنقل إشارة الكاميرات التناظرية عبر كابلات الشبكة (Cat6) بدلاً من كابلات الكواكسيل، مما يساعد في نقل الإشارة لمسافات بعيدة جداً باستخدام زوج واحد من الأسلاك لكل كاميرا.

2. وصلات أنظمة الشبكة (IP)

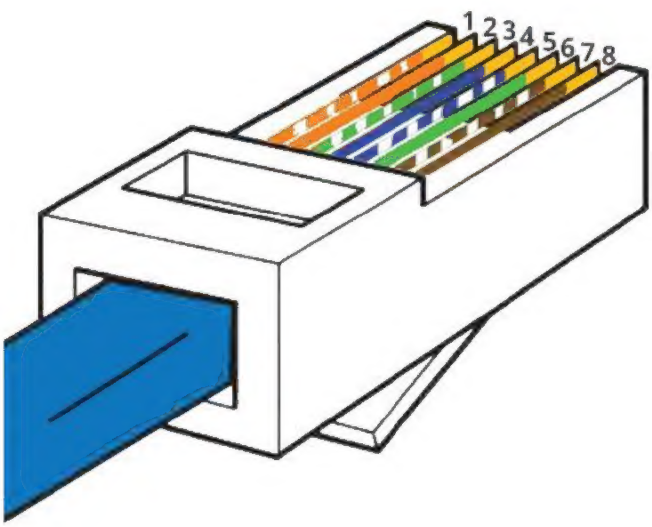
- **قابس RJ45:** القابس الشهير المخصص لكابلات الإيثرنت. يتم تركيبها باستخدام زردية التأريج (Crimp Tool) وفقاً لمعيار الترتيب اللوني العالمي **T568B**.

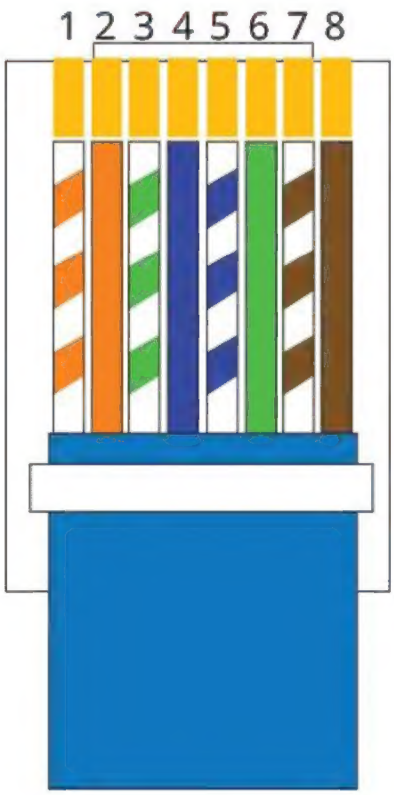




RJ45 Pinout

T-568B





1. White Orange
2. Orange
3. White Green
4. Blue
5. White Blue
6. Green
7. White Brown
8. Brown

4. ثالثاً: أنظمة الطاقة والتغذية الكهربائية (Power Supply Systems)

تتطلب كاميرات المراقبة تياراً مستمراً (DC) بجهد مستقر، وعادة ما تعمل الكاميرات على جهد **12 فولت (12V\ DC)**، بينما تعمل الكاميرات الكبيرة والمتحركة (PTZ) أحياناً على **24 فولت تيار متردد (24V\ AC)**.
هناك أسلوبان رئيسيان لتوزيع الطاقة في النظام:

1. نظام الطاقة المركزي (Centralized Power Supply)

يتم وضع صندوق طاقة واحد (باور سابلاي مجمع) بجانب جهاز التسجيل، وتخرج منه خطوط طاقة مستقلة لكل كاميرا عبر كابلات الـ *Combo*.

- **المميزات:** سهولة الصيانة، حماية الباور سابلاي داخل غرفة التحكم، وإمكانية ربطه بجهاز طاقة احتياطي (UPS) لضمان استمرار عمل الكاميرات عند انقطاع الكهرباء العام.
- **العيوب:** حدوث هبوط في الجهد (Voltage Drop) إذا كانت المسافة للكاميرا بعيدة جداً (مثلاً يصل الجهد للكاميرا 9 فولت بدلاً من 12 فولت بسبب مقاومة السلك، مما يسبب انطفاء الكاميرا ليلاً عند اشتغال الأشعة تحت الحمراء). *الحل:* استخدام باور سابلاي يدعم رفع الجهد يدوياً عبر مفتاح ريجليتور (Potentiometer).





صندوق حماية لوحدة التغذية PSU لنظام CCTV

2. تقنية الطاقة عبر الإيثرنت (PoE - Power over\Ethernet)

التقنية القياسية في أنظمة الـ IP. تتيح هذه التقنية تمرير الطاقة الكهربائية والبيانات الرقمية معاً عبر نفس كابل الشبكة (Cat6) دون الحاجة لتمديد كابل طاقة منفصل للكاميرا.

- **الآلية:** يتم استخدام جهاز **PoE Switch** أو أن يكون الـ NVR مدمجاً به منافذ PoE. يقوم هذا الجهاز بضخ جهد كهربائي (غالباً 48 فولت حسب معايير *IEEE 802.3af/at*) عبر الأسلاك غير المستخدمة في نقل البيانات داخل كابل الشبكة، وتستقبله كاميرا الـ IP المتوافقة مع تقنية الـ PoE.



تقنية الطاقة عبر الإيثرنت (PoE - Power over\Ethernet)

5. رابعاً: قواعد هندسية هامة للحماية وتجنب التشويش

1. **الفصل عن كابلات الضغط العالي:** يجب عدم تمديد كابلات الإشارة (سواء كواكسيل أو شبكة) داخل نفس المواسير أو المجاري (Trunks) التي تحتوي على كابلات كهربائية بجهد عالي (220V أو 380V)، لأن التيار المتردد يولد مجالاً كهرومغناطيسياً يسبب تشويشاً فادحاً في الصورة الزاخرة بالخطوط المتموجة (Induction\ Noise). المسافة الآمنة الموصى بها لا تقل عن 30 سم.
2. **استخدام المواسير الحمائية:** التمديدات الخارجية المكشوفة للشمس والمطر يجب أن تمر حتماً داخل مواسير بلاستيكية معزولة ومقاومة لأشعة الشمس (UV\ Protected) مثل مواسير الـ PVC أو الـ Flexible المعدني لحمايتها من القوارض والتآكل.
3. **تأريض النظام (Earthing):** يجب تأريض الهياكل المعدنية لصناديق التجميع (Racks) وجهاز التسجيل لحماية اللوحات الإلكترونية الحساسة للكاميرات من الشحنات الاستاتيكية وصواعق البرق.

6. الخلاصة

تأسيس شبكة الكابلات والطاقة في أنظمة الـ CCTV يمثل أكثر من نصف تكلفة وجهد المشروع. إن الاعتماد على كابلات نحاسية معتمدة، وتوزيع الطاقة عبر الـ PoE للأنظمة الحديثة، مع مراعاة عزل مسارات الإشارة عن الكهرباء، يضمن تشغيل نظام مراقبة مستقر يقدم صورة نقية خالية من العيوب ويعمر لسنوات طويلة دون تراجع في الأداء الأمني.